1/頁

182E形
AC ボルトメータ
取扱説明書

菊水電子工業株式会社

ー 保証 ー

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

ー お願い ー

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　　次

1. 概　　　説

菊水電子182E形2指針式ACボルトメータは，2つの信号を同時に測定でき，測定電圧の平均値に応じた指示をする高感度トランジスタ電圧計です。なお，回路は全て半導体を採用し，消費電力も少なく，小形軽量に設計されています。

構成は高入力インピーダンスを有するインピーダンス変換器，分圧器，前置増幅器，指示計回路，出力回路，および定電圧回路から構成され，定電圧回路のみを除いて全てINPUT 1，INPUT 2と回路が独立しております。

測定範囲は0.1mV ～ 500VRMS（−80 ～ 56dBm）を10dBmの等比ステップで12レンジに分割して，正弦波の実効値で目盛られた等分割目盛で，10Hz ～ 500kHzの交流電圧を測定でき，レンジはINPUT 1，INPUT 2とも同一レンジです。

さらにINPUT 1，INPUT 2各々の出力端子から，フルスケール約1.5Vの交流出力電圧が取り出せますから測定中のモニタ又は前置増幅器としても利用できます。

2. 仕　　　様

品　　　名　　ACボルトメータ

形　　　名　　182E

指　示　計　　2指針形　2色スケール　各F.S　1mA

目　　　盛　　正弦波の実効値および1mW　600Ωを基準にしたdBmの値

入力端子　　UHF形レセプタクルおよびGND端子，間隔19㎜（3/4″）

入力抵抗　　各レンジ　　1MΩ

入力容量　　各レンジ　　40pF以下

最大入力電圧　　1.5mV ～ 500mVレンジ
交流分：　実効値で150V，波高値で±200V
直流分：　±400V
1.5 ～ 500Vレンジ
交流分：　実効値で500V，波高値で±700V
直流分：　±400V

レンジ　　12レンジ
RMS目盛のとき　1.5/5/15/50/150/500mVおよび1.5/5/15/50/150/500V
dBm目盛のとき　−60/−50/−40/−30/−20/−10および0/10/20/30/40/50dBm

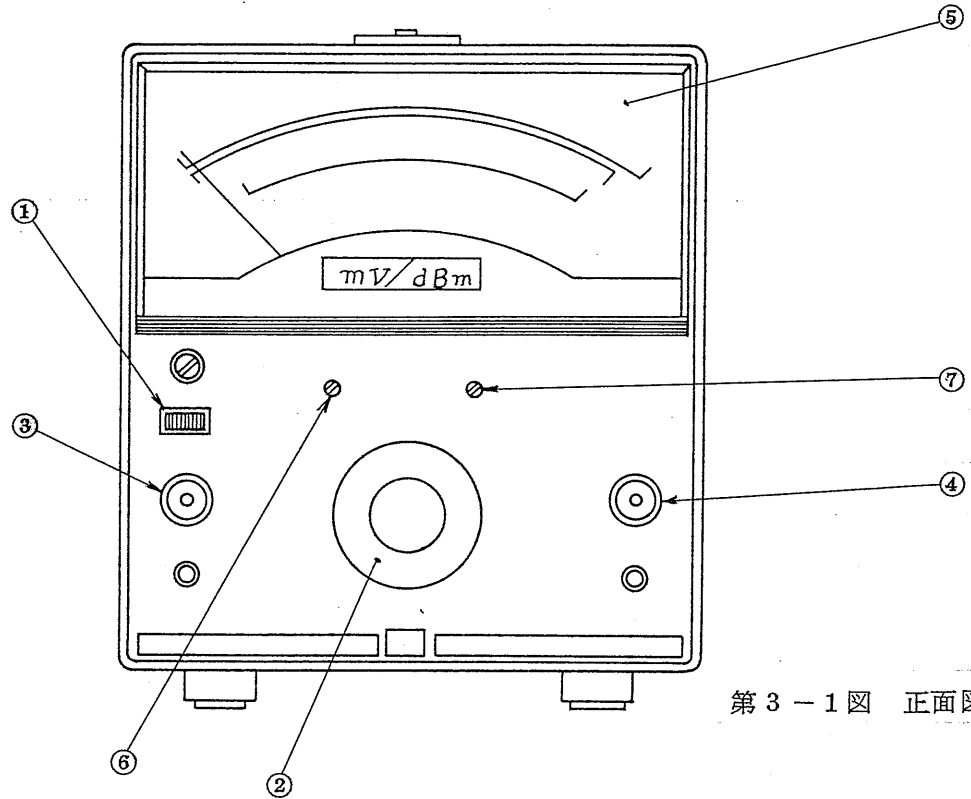
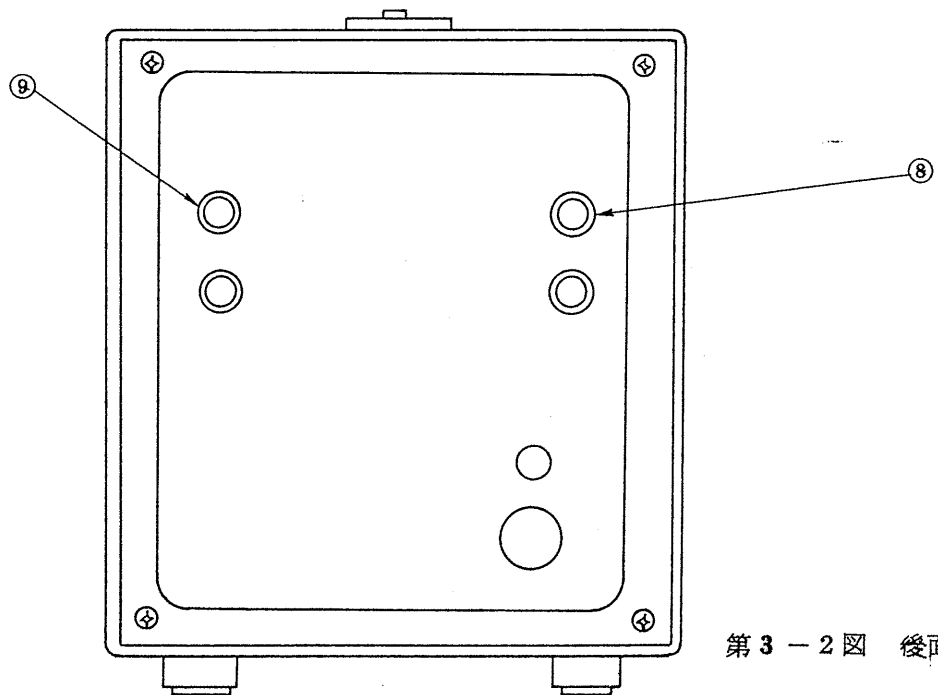
確　　　度　　1kHzにおいてフルスケールの　±3%

安　定　度　　電源電圧の±10%変動に対してフルスケールの　0.5%以下

周波数特性　　10Hz ～ 500kHz　　1kHzに対して　±5%

	20Hz ～ 200kHz　　1kHzに対して　±3%
雑　音　量	入力端子を短絡して　1.5% 以下
出力端子	5Way形バインディングポスト　間隔19㎜（3／4"）
出力電圧	"15"目盛のフルスケールに対して1.5VRMS ± 5%
歪　　率	フルスケールのとき　1kHzにおいて　2%以下
周波数特性	10Hz ～ 200kHz $^{+1dB}_{-3dB}$
電　　源	100V 50／60Hz　約 5VA
寸　　法	131(W) × 160(H) × 265(D)㎜
(最大寸法)	131(W) × 180(H) × 290(D)㎜
重　　量	約 3kg
付属品	941B形端子アダプタ　2
	取扱説明書　1
	試験成績表　1

3. 使　　用　　法

3.1　パネル面，および後面パネルの説明

第3－1図　正面図

第3－2図　後面図

3.1　パネル面及び後面パネルの説明

① POWER

電源を開閉するプッシュボタン　スイッチで，ボタンを押して中にロックされた状態で電源が入り，再びボタンを押すと電源が切れます。スイッチを入れて約10秒間はメータの指針が不規則に振れることがあります。

② レンジスイッチ

パネル中央のツマミで，時計回転方向に1.5mV～500Vレンジまで12レンジあり，左半面の黒色数字がmV，右半面の数字がVを表わしています。又赤色の数字はdBm値を表わしています。なおINPUT 1，INPUT 2とも同一レンジを使用します。

③ INPUT 1端子
④ INPUT 2端子

測定電圧を接続する入力端子で，UHF形のレセプタクルとGND端子に分かれています。

接続はUHF形（5/8″－24）又はM形（16P－1P）のプラグか標準の（間隔3/4″＝19mm）の双子バナナプラグのご使用が便利です。

そのほか，レセプタクルの中心導体にはバナナプラグが使用でき，又附属品の″キクスイ941B形端子アダプタ″を挿入してGND端子と同じように，バナナプラグ・スペード・アリゲータクリップ・2mmチップおよび2mm以下の導線を接続することができます。

レセプタクルの外側導体およびGND端子は本機のパネルおよびシャッシと電気的に接続されています。

⑤ 指　示　計

本機の指示計は2指針形であり，赤色指針がINPUT 1側の指示を，黒色指針がINPUT 2側の指示をします。又指示計の目盛はつぎの3種類があります。

1)「15目盛」

1.5／15／150mVおよび1.5／15／150Vレンジのとき使用し，目盛の「1.5」は，1.5mVレンジでは1.5mV，150Vレンジでは150Vを意味します。

2)「50目盛」

5／50／500mVおよび5／50／500Vレンジのとき使用し，目盛数字の意味は「15」目盛と同じです。

3)「dBm目盛」

測定電圧を1mW，600Ωを基準にとったdBmで読みとるときに使用し，−60 ～ +50dBmの12レンジとも同一目盛を使用します。

⑥⑦ 零調整

⑥はINPUT 1側の指示計の零点調整用ビスで，赤色でふちどりしてあり，調整用ドライバでこれを回すと，指示計の赤色指針が動きます。

⑦はINPUT 2側の指示計の零点調整用ビスで，黒色でふちどりしてあり，黒色指針と連動しています。

⑧⑨ OUTPUT端子

本機を増幅器として使用するときの出力端子で背面に設けてあります。

⑧はINPUT 1側の出力端子

⑨はINPUT 2側の出力端子で，端子の極性は黒色が接地側となります。

接続は「キクスイ941B形」端子アダプタと同じようにバナナプラグ，スペードラグ，アリゲータクリップ，2mmチップおよび2mm以下の導線を使用できますが，同軸ケーブルの付いた標準の双子バナナプラグが便利です。

3.2　測 定 準 備

1)　パネルの左側にある電源スイッチを切っておきます。

2)　指示計の指示が目盛の零点の中心に合っているかを確認し，ずれている場合は正しく零調整を行ないます。もし本機の電源が入っていたときは電源スイッチを切ってから約５分間経過させ完全に指針が零点付近に復帰してから零調整を行ないます。

3)　電源プラグを１００Ｖ　５０または６０Ｈｚの電源に接続します。

4)　レンジツマミを５００Ｖレンジに切換えておきます。

5)　電源スイッチを入れると，スイッチ上方のランプが点灯し電源が入ります。スイッチを入れて約１０秒間は指示計の指針が不規則に振れることがあります。また同様にスイッチを切ったときも同じような状態になることがあります。

6)　指針の振れが安定したところで動作状態になり測定準備が完了します。

3.3　交流電圧の測定

1)　測定電圧が微少の場合，または測定を行なう電源のインピーダンスが比較的高い場合は外部からの誘導を避けるため，その周波数を考慮してシールド線あるいは同軸ケーブルなどを用いて測定します。測定電圧が低周波でレベルも高く，電源インピーダンスも低いときは付属の９４１Ｂ形端子アダプタを用いると便利です。

（ご注意：1.5mV レンジでは指示計からの輻射による結合をさけるためシールド線または同軸ケーブルを使用して測定することをおすすめします。）

2) 測定は本機に不要の過負荷を与えないように最高電圧レンジから始め，指示計の指示に応じて順次低電圧レンジに切換えます。

3) 指示計目盛は15，50目盛を併用して，その読取りは第3－1表によります。

レンジ		目盛	倍数	単数	増幅度（dB）
1.5mV	－60dBm	15	×0.1	mV	60
5 〃	－50 〃	50	×0.1	〃	50
15 〃	－40 〃	15	× 1	〃	40
50 〃	－30 〃	50	× 1	〃	30
150 〃	－20 〃	15	×10	〃	20
500 〃	－10 〃	50	×10	〃	10
1.5 V	0 〃	15	×0.1	V	0
5 〃	10 〃	50	×0.1	〃	－10
15 〃	20 〃	15	× 1	〃	－20
50 〃	30 〃	50	× 1	〃	－30
150 〃	40 〃	15	×10	〃	－40
500 〃	50 〃	50	×10	〃	－50

第3－1表

4) 測定電圧を1mW，600Ω基準にとったdBm値で測定するときは各レンジ共通のdBm目盛を使用し，つぎのように読取ります。

dBmのほぼ中央にある"0"がレンジ名のレベルを表わしていますから目盛の読みにレンジの示すdBm値を加算した値が測定値になります。

例1 "30dBm（50V）レンジ"でdBm目盛の2を指示したときは

2 ＋ 30 ＝ 32dBm

例2　"−20dBm（150mV）レンジ"で1dBmの指示を得たときは

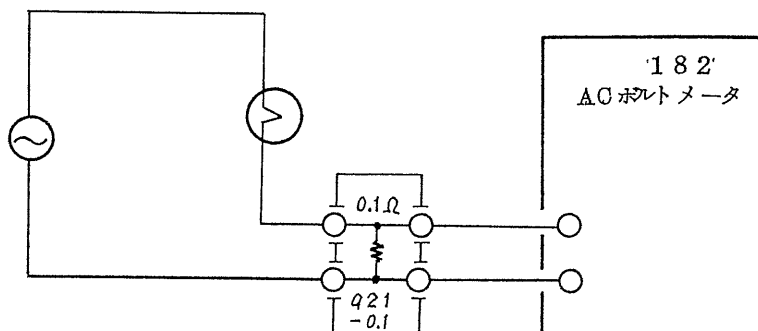
$$1+(-20) = 1-20 = -19\,\mathrm{dBm}$$

3.4　交流電流の測定

本機で交流を測定するには，測定する交流電流Iを既知の無誘導抵抗Rに流し，その両端の電圧を測定し　I ＝ E／R　よりIを計算します。このとき本機の入力端子は(−)端が接地されていることにご注意下さい。

別註の付属品921形シャント抵抗は，この測定に便利な標準抵抗で0.1Ω，1Ω，10Ω，100Ω，および1000Ωが用意され，このほかに，4Ω，8Ω，16Ω，および600Ωがあります。いずれも本機の入力端子にバナナプラグを挿入して使用することができます。

例　真空管のヒータ電流（公称6.3V，0.3A）を測定したい・・・標準抵抗として，抵抗値0.1Ωの921−0.1形を使用し，第3−2図の接続により本機の指示を読み，29mVを得たとすれば

$$I = \frac{29 \times 10^{-3}}{0.1} = 290 \times 10^{-3}\,(\mathrm{A}) = 290\,\mathrm{mA}$$ を求めることができます。

第3−2図

3.5　出力計としての利用法

あるインピーダンスXの両端に印加されている電圧Eを測定すれば，インピーダンスX内の皮相電力VAは　$VA = E^2 / X$　で求めることができます。このときインピーダンスXが純抵抗RであればR内で消費された電力Pは

$$P = E^2 / R$$　となります。

本機はdBm目盛であるので，別項のようにR ＝ 600Ωのときはそのまま電力をデシベルで読みとることができます。また第3－3図，第3－4図のデシベル換算図を使用すれば，負荷抵抗が1Ω ～ 10kΩの場合でも，図より得た一定の数値を加算して電力をデシベルで読みとることができます。

921形シャント抵抗には常用されているスピーカのボイスコイルインピーダンスと同じ抵抗値の4Ω，8Ω，16Ωがあり，小容量（0.3W）の負荷抵抗として利用することができ，本機を出力計として利用することができます。

3.6　波形誤差について

本機は測定電圧の平均値に比例した指示をする″平均値指示形″の電圧計ですが，目盛は正弦波の実効値で校正してあります。このため測定電圧に歪があると，正しい実効値を指示せず，誤差を発生することがあります。第3－2表はこの関係を表わしたものです。

測　定　電　圧	実　効　値	本機の指示
振幅100%基本波	100　%	100　%
100%基本波+10%第2高調波	100.5	100
〃　+20%　〃	102	100 ～ 102
〃　+50%　〃	112	100 ～ 110
100%基本波+10%第3高調波	100.3	95 ～ 104
〃　+20　〃	102	94 ～ 108
〃　+50　〃	112	90 ～ 116

第3－2表

3.7　デシベル換算図の使用法

1)　デシベル

ベル(B)は対数を使用する基本的割算で比較する2つの電力量の比を10を底とする常用対数で表わしたもので，デシベル（dB）は単位Bの1/10で1/10を表わす小文字dを付し，つぎのように定義されます。

$$dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

つまり，電力P_2が電力P_1に対し，どの程度の大きさになっているかを常用対数の10倍で表わしています。

このときP_1とP_2が存在している点のインピーダンスが等しければ電力の比は一義的に電圧または電流の比をつぎのように表わす場合もあります。

$$dB = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1} \quad \text{または} \quad 20 \log_{10} \frac{I_2}{I_1}$$

デシベルは上記のように電力量の比で定義されたものですが，相当以前からデシベルの意味を拡張して解釈し，習慣的に一般の数値の比を常用対数的に表示し，これをデシベルの名で呼んでいます。

承認　・・　校正　・・　菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
NP－32635 B　6906 100. 50 S 11770
作成　年月日　・・　仕様番号　S－701975

例えば，ある増幅器の入力電圧が10mV，出力電圧が10Vであれば，その増幅度は10V／10mV ＝ 1000倍ですが，これを

$$\text{増幅度} = 20\log_{10}\frac{10\text{V}}{10\text{mV}} = 60 \quad (\text{デシベル})$$

となり，またRFの標準信号発生器では出力電圧を表示するのに，その出力電圧が1μVに対し何倍であるかをデシベルで表わし，10mVは

$$10\text{mV} = 20\log_{10}\frac{10\text{mV}}{1\mu\text{V}} = 80 \quad (\text{デシベル})$$

としています。

このようなデシベル表示をするときには，基準つまり0dBを明らかにしておく必要があります。例えば，上記の信号発生器の出力電圧は10mV ＝ 80 dB（1μV ＝ 0dB）とし，0dBに相当する量を（　）の中に記入しておきます。

2） dBm

dBmはdB（mW）を略したもので，1mWを0dBとして電力比を表わすデシベルですが，普通その電力の存在する点のインピーダンスが600Ωであることも含めている場合が多く，この場合は，dB（mW 600Ω）が正しい記号になります。

前記のように，電力とインピーダンスが定められれば，デシベルは電力と同時に電圧と電流をも表示することができ，dBmはつぎの諸量が基準になっています。

0 dBm ＝ 1mWまたは 0.775V

または 1.291mA

本機のデシベル目盛は，このようなdBm値で目盛ってあるため（1mW 600Ω）以外を基準にとったデシベルの測定は，本機の指示値を換算しなければなりません。この換算は対数の性質から，一定の数値を加算すればよく，第3－3図，第3－4図を使用します。

3) デシベル換算図の使用法

第3－3図は数量の比をデシベル的に表わすときに使用する図で比較する量が電力（またはそれ相当）か電圧，電流であるかによって読みとられる尺度があります。

例1　1mWを基準にして5mWは何シベルか……これは電力比なので，左側の尺度を使用します。5mW／1mW ＝ 5を計算し，図中の点線のように7dB (mW) を得ます。

例2　同じく1mWを基準にして，50mWおよび500mWは何デシベルか……比が0.1倍以上および10以上のときは第3－3図の関係を利用して加算によってデシベルを求めます。

50mW ＝ 5mW × 10 ＝ 7 ＋ 10 ＝ 17dB

500mW ＝ 5mW × 100 ＝ 7 ＋ 20 ＝ 27dB

比	デシベル	
	電力比	電圧・電流比
10,000 ＝ 1×10^{4}	40 dB	80 dB
1,000 ＝ 1×10^{3}	30 〃	60 〃
100 ＝ 1×10^{2}	20 〃	40 〃
10 ＝ 1×10^{1}	10 〃	20 〃
1 ＝ 1×10^{0}	0 〃	0 〃
0.1 ＝ 1×10^{-1}	－10 〃	－20 〃
0.01 ＝ 1×10^{-2}	－20 〃	－40 〃
0.001 ＝ 1×10^{-3}	－30 〃	－60 〃
0.0001 ＝ 1×10^{-4}	－40 〃	－80 〃

第3－3表

例3　15mVはdB(V)ではいくらか………1Vを標準にしているので，まず15mV／1V ＝ 0.015を計算し，電圧電流尺度を使用して 0.015 ＝ 1.5 × 0.01 ＝ 3.5 ＋ (－40) ＝ －36.5dB(V)あるいは，この逆算として，1V／15mV ＝ 66.7

66.7 ＝ 6.67 × 10 → 16.5 ＋ 20 ＝ 36.5dB(V)

∴ －36.5 dB(V)

4）デシベル加算図の使用法

第3－4図は，本機で測定したdBm値から電力を求めるとき使用する加算図です。

例1　スピーカのボイスコイル　インピーダンスが8Ωで，この両端の電圧を本機で測定したところ－4.8 dBmの指示を得た。スピーカに送られた電力（正しくは皮相電力）は何Wか？……第3－4図を使用して8Ωに対する加算値を図中点線のように＋18.8を求め，指示値との和がdB（mW　8Ω）表示した電力になります。

dB（mW　8Ω）＝－4.8＋18.8＝＋14

この14dB（mW　8Ω）をワットに換算するには，第3－3図を使用し14dB（mW8Ω）→25mW

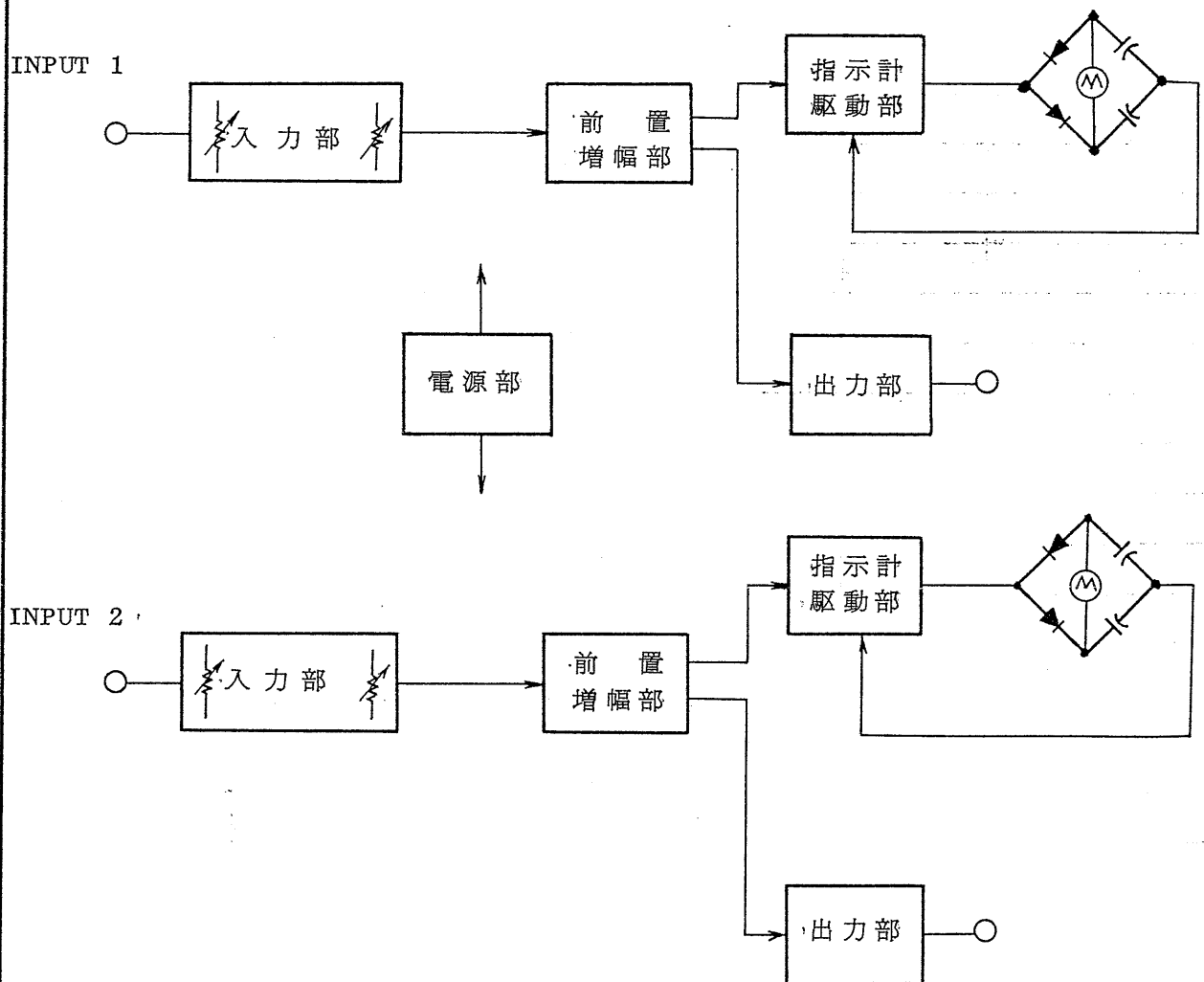
例2　10kΩの負荷に1Wの電力を供給するには何Vの電圧を印加すればよいか？………1Wは1000mWですから30dB（mW）になり30dB（mW10kΩ）の電圧を計算すればよいわけです。

第3－4図より，600Ω→10kΩの加算値を求めると，－12.2ですから本機の指示はdB（mW600Ω）目盛上の30－（－12.2）＝42.2でなければなりません。

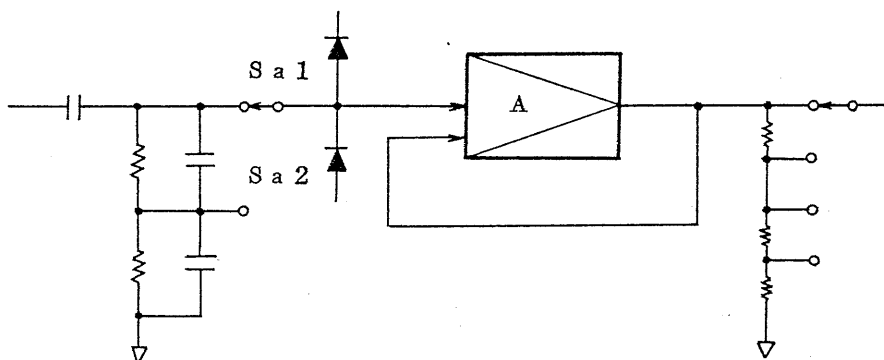
本機の40dBmレンジ（0－100V）上に42.2－40＝2.2 dBmを指示させる電圧が求める答で42.2 dBm＝100Vとなります。

4. 動　作　原　理

182E形　ACボルトメータは，第4－1図に示すように入力部，前置増幅部，指示計駆動部，出力部，各々 INPUT 1，INPUT 2側と2系統及び電源部から構成されています。

INPUT 1
入力部
前置増幅部
指示計駆動部
電源部
出力部
INPUT 2
入力部
前置増幅部
指示計駆動部
出力部

第4－1図

4.1 入　力　部

入力部は前段分圧器（0／60dB），インピーダンス変換器および10dBステップ6レンジから成る後段分圧器（0／10／20／30／40／50dB)から構成され，第4－2図のようになります。

第4－2図

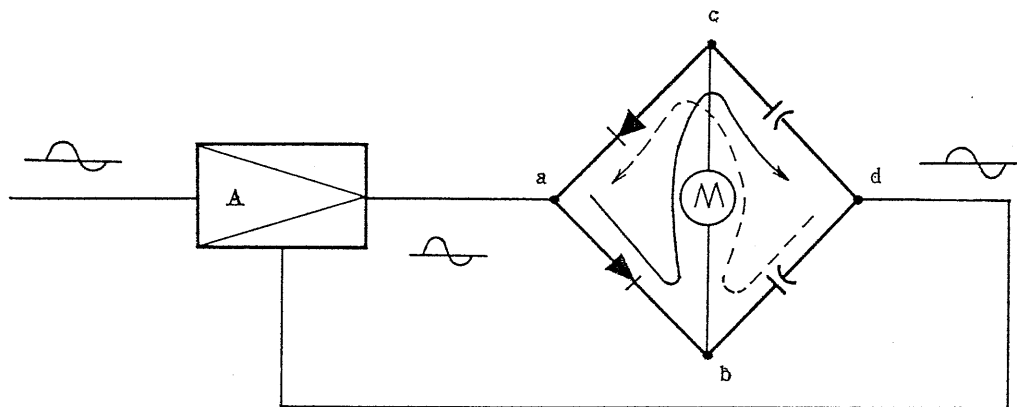
レンジスイッチが1.5mV ～ 500mVではSa1，1.5 ～ 500V レンジでは，Sa2に入り，所定の分割を行なった後インピーダンス変換器に入ります。変換器はFETを初段に用いたトランジスタQ_1，Q_2 によるもので，高インピーダンスから低インピーダンスに変換し，後段分圧器に信号を伝送します。

後段分圧器は信号レベルに応じて約1.5mVに分圧します。尚ダイオードCR_1，CR_2 は過入力のときの保護のためのものです。

4.2　前置増幅部

前置増幅部は入力部よりの微少信号を増幅するための負帰還増幅器で，トランジスタ3石から構成されています。

4.3　指示計駆動部

トランジスタQ_5，Q_6 を使用した増幅器でQ_5 のコレクタから整流用ダイオードを経てQ_6 のエミッタへ電流帰還を施しています。

第 4 － 3 図

このためダイオードはほとんど定電流で駆動されることになり，ダイオードの非直線性は改善され，指示計は直線目盛となります。第４－３図はこの動作を示したもので，増幅器の出力電圧が正のサイクルでは実線で示したようにａ→ｂ→ｃ→ｄと電流が流れ，負のサイクルでは点線のようにｄ→ｂ→ｃ→ａと流れ，指示計はこれらの電流の平均値に応じて駆動されることになります。

4.4 出 力 計

前置増幅器のトランジスタQ_2 のコレクタ電圧を，Q_4 により増幅し外部に取出しています。

この出力端子からは指示計がフルスケールのとき約1.5Ｖ取出すことができます。

4.5 電 源 部

＋7Ｖ，＋２５Ｖの定電圧電源からできています。

＋２５Ｖの定電圧回路はCR_3 によるツェーナーダイオードを基準電圧としてQ_3 により誤差増幅を行ない，Q_1 による直列制御により定電圧を得ています。尚７Ｖは基準電圧の値を利用しています。

5. 保　　　守

5. 1　内部の点検

筐体背面にある４本のネジをはずすとリアフレーム，ケースが取りはずせ内部の点検ができます。

第５－１図はリアフレーム，ケースをはずした時の各部の配置図です。

底　面　図

第５－１図

5.2 調整および校正

本機を長期間にわたり使用した後，また修理を行なった際，仕様を満足しない場合は，次の方法で調整および校正を行ないます。

1) 定電圧回路の調整

まず電源回路のトランジスタQ_1 エミッタと接地間に直流電圧計を接続し，可変抵抗R_5 により+25Vになるよう調整します。

2) 低域および高域における校正（前置増幅器）

校正する前には3.2項の2）の要領で指示計の零調整をしてから次の順序で行なって下さい。

レンジスイッチを50mVレンジに切換え，入力端子へ400Hz 50mVの校正電圧（低歪率の正弦波）を加えて，前置増幅器の可変抵抗R_{12} を調整し正しくフルスケールに合わせます。

次に校正電圧の周波数を500kHzにしてトリマコンデンサC_4を調整し同じ値にします。

3) 前段分圧器の調整

レンジスイッチを1.5Vレンジに切換え，入力端子へ400Hz 1.5Vの校正電圧を加えて分圧器の可変抵抗R_4 を調整しフルスケールに合わせます。

次に校正電圧の周波数を40kHzにしてトリマコンデンサC_2 を調整しフルスケールに合わせます。

この400Hzと40kHzの調整を2，3回繰り返して完全に校正します。

4) 出力増幅器の調整

レンジスイッチを1.5Vにし，入力端子へ400Hz 1.5Vの校正電圧を加え，出力端子の電圧が1.5Vになるように可変抵抗R_{19} を調整します。

なお上記2） ～ 4）の調整はINPUT 1（赤色指針），INPUT 2（黒色指針）とも同じ要領でおこなって下さい。

5.3 修理

本機は入念に組立，調整し厳重な管理のもとに検査を行ない出荷されたものですが，偶発事故あるいは部品の寿命などが原因となり，万一故障が生じた場合には本節にある各部の電圧分布をご参照下さい。

各部の無信号時における電圧分布の一例を第5－1,2,3表に示してあります。これらの電圧は接地を基準にして入力抵抗11MΩのVTVM（菊水電子107A）で測定した値です。

1）インピーダンス変換部　（A－1，A－2基板）

トランジスタ	エミッタ ソース〔V〕	ベース ゲート〔V〕	コレクタ ドレイン〔V〕
Q_1 2SK－30	4.0		22.1
Q_2 2SC372	3.4	4.0	25

第5－1表

2）前置増幅器，指示計駆動部および出力部（A－4.5基板）

トランジスタ	エミッタ〔V〕	ベース〔V〕	コレクタ〔V〕
Q_1 2SC372			4.0
Q_2 2SC372	5.1	5.8	10.1
Q_3 2SA495	4.7	4.0	2.9
Q_4 2SC372	9.4	10.1	22.2
Q_5 2SC372	4.6	5.2	11.0
Q_6 2SC372			5.2

3）電源部（A－3基板）

トランジスタ	エミッタ〔V〕 カソード	ベース〔V〕 アノード	コレクタ〔V〕
Q_1 2SC515	25.0	25.7	40.0
Q_2 2SC372	34.9	25.0	25.0
Q_3 2SC372	7	7.6	25.7
CR_3 RD7A	7	0	

第３－３図
0.1
5
10
1.0
20
7
デシベル電力比
5
10
デシベル電圧または電流比
0
－5
－10
－10
0.1
1
10
電力，電圧，電流比
承認
校正
菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
NP－32635 B
6906 100. 50 S 11770
作成
年月日
仕様番号
S－701986

'70.9.2 34540

第3-4図

182E
ACボルトメータ